

ANALISIS PENURUNAN KUALITAS MINYAK GORENG CURAH SELAMA PENGGORENGAN KERUPUK JALIN

Wuri Marsigit^{*}, Budiyanto dan Mukhsin

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

*E-mail: wuri_marsigit@yahoo.com

Abstrak

Selama penggorengan kualitas minyak mengalami penurunan kualitas yang dipengaruhi oleh uap yang dilepaskan dari bahan yang digoreng, suhu penggorengan, lama pemanasan/penggorengan dan komposisi bahan yang digoreng. Indikator kerusakan minyak goreng dapat diamati dari perubahan sifat fisika-kimianya, antara lain bilangan asam, kandungan asam lemak bebas (ALB) dan titik asap. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pola perubahan kualitas minyak goreng curah selama penggorengan kerupuk jalin pada suhu di atas 190 °C selama 4 jam. Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu minyak goreng dengan penambahan ulang dan pengaruh lama waktu penggorengan selama 4 jam. Dilakukan pengambilan sampel setiap 0,5 jam penggorengan. Data ditampilkan dalam bentuk grafik dan dianalisa secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan, setelah penggorengan kerupuk jalin selama 4 jam pada suhu di atas 190 °C, pola perubahan kualitas minyak goreng curah terlihat meningkat tidak linier pada perubahan bilangan asam dan asam lemak bebas. Dilain pihak, pola perubahan kualitas minyak goreng curah terlihat menurun tidak linier pada titik asap. Peningkatan dan penurunan yang tidak linier ini disebabkan karena terjadi penambahan minyak baru setiap satu jam sekali yang berfungsi untuk menstabilkan minyak goreng baik secara kualitas maupun kuantitas. Berdasarkan pengukuran kandungan bilangan asam, asam lemak bebas dan titik asap, diketahui bahwa minyak goreng curah masih layak pakai adalah pada 40 kali penggorengan selama 2,5 jam dengan kerupuk jalin sebanyak 100 kg. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan bilangan asam 2,42 % masih di bawah batas maksimal yaitu 2,5 %.

PENDAHULUAN

Minyak goreng merupakan salah satu dari sembilan bahan pokok di Indonesia. Sebagai salah satu kebutuhan pokok, minyak goreng selalu tersedia di setiap rumah tangga. Minyak dalam penggorengan berfungsi sebagai medium penghantar panas, menambah rasa gurih dan menambah nilai kalori dalam bahan pangan (Blumenthal, 1991 dan Winarno, 1997).

Selama penggorengan kualitas minyak mengalami penurunan (Blumenthal, 1991; Jacobson, 1991; White, 2007). Faktor-faktor yang

mempengaruhi penurunan kualitas minyak dalam ketel penggorengan diantaranya adalah uap yang dilepaskan dari bahan yang digoreng, suhu penggorengan, lama pemanasan/penggorengan dan komposisi bahan yang digoreng (Ketaren, 1986). Penambahan minyak segar pada saat penggorengan untuk menggantikan minyak yang terserap pada bahan akan memperbaiki/mengurangi tingkat kerusakan minyak yang telah terjadi (Berger, 2005).

Minyak goreng yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah

minyak sawit (lebih dari 70 persen), diikuti dengan minyak kelapa (Anonim, 2002). Minyak goreng yang beredar di pasaran dapat berupa minyak goreng yang telah bermerk ataupun dalam bentuk curahan (minyak curah).

Dalam proses penggorengan kerupuk minyak yang digunakan adalah minyak goreng curah yang dilakukan penambahan ulang secara berkala apabila persediaan pada kualiti penggorengan telah terbatas atau telah menipis. Pada saat proses penggorengan berlangsung terjadi penetrasi panas masuk ke bahan dari minyak yang merubah karakteristik bahan pangan yang digoreng (Ketaren, 1986). Seperti perubahan struktur fisik bahan pangan, menambah nilai kalori serta memberi cita rasa gurih pada makanan yang digoreng (Atmojo, 2007). Tetapi apabila panas pada saat penggorengan berlangsung tidak dikendalikan, maka akan terjadinya reaksi kimia yang menyebabkan hasil gorengan yang tidak diinginkan. Ketika bahan makanan dimasukkan dalam panci temperatur akan turun dengan cepat, temperatur turun tidak hanya tergantung pada jumlah bahan yang ada, tetapi juga jumlah kandungan air dalam bahan yang digoreng. Kandungan air yang keluar dari bahan dapat menyebabkan reaksi hidrolisa terjadi (Siahaan, 2004).

Selama pemanasan minyak goreng terjadi kerusakan, sifat fisio-kimia minyak goreng juga berubah selama penggorengan tetapi belum diketahui bagaimana pola perubahan tersebut pada minyak goreng curah yang sudah digunakan berulang kali dan dilakukan penambahan minyak baru

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas

Bengkulu pada bulan November 2009 s/d November 2010. Minyak goreng curah yang diperoleh dari perusahaan kerupuk 'Assyifa' yang berlokasi Jl. Jenggalu No. 04 RT. 10 RW. 01 Kelurahan Tebeng, yang dilakukan penambahan ulang selama penggorengan kerupuk jalin.

Metode penelitian dilakukan dengan cara minyak goreng curah yang digunakan untuk menggoreng kerupuk jalin dan dilakukan pencampuran dengan minyak lama dengan perbandingan 1:3, satu bagian untuk minyak lama dan 3 bagian untuk minyak baru. Penambahan minyak dilakukan setiap selang 1 jam dengan jumlah 2 kg setiap penambahan. Dilakukan pengambilan sampel setiap setengah jam sekali selama 4 jam. Variabel yang diamati adalah bilangan asam, asam lemak bebas dan titik asap. Hasil ditampilkan dalam bentuk grafik kemudian dianalisa secara diskriptif untuk mengetahui pola perubahan parameter yang diamati dan dilakukan analisa korelasi untuk melihat hubungan antara satu variabel dengan variabel lainnya pada minyak goreng curah selama penggorengan empat jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

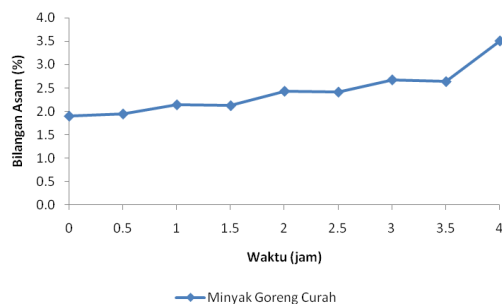
Hasil pengukuran kadar bilangan asam, asam lemak bebas dan titik asap minyak goreng curah yang telah dilakukan penggorengan kerupuk jalin selama 4 jam dan dilakukan pencampuran dan penambahan ulang.

Tabel 1. Tiga Parameter Kualitas Minyak Goreng Curah Selama Penggorengan Dengan Kerupuk Jalin

Waktu (jam)	Jumlah kerupuk yang digoreng (kg)	Bilangan Asam (%)	Asam Lemak Bebas (%)	Titik Asap (°C)
-------------	-----------------------------------	-------------------	----------------------	-----------------

0.0	0	1.8981	0.8875	185.3333
0.5	20	1.9448	0.9045	179.3333
1.0	40	2.1412	1.0411	178.6667
1.5	60	2.1225	0.8363	177.3333
2.0	80	2.4310	1.0752	173.3333
2.5	100	2.4123	0.9387	172.6667
3.0	120	2.6741	1.1947	171.3333
3.5	140	2.6367	1.2117	162.0000
4.0	160	3.5063	1.8261	160.6667

Pola Perubahan Bilangan Asam Minyak Goreng Curah Selama Penggorengan Kerupuk Jalin



Gambar 1. Grafik perubahan bilangan asam selama penggorengan kerupuk jalin

Berdasarkan gambar 1 dapat diketahui kandungan bilangan asam terendah sebesar 1.89 % pada waktu nol atau sebelum dilakukannya penggorengan. Tingginya kandungan bilangan asam disebabkan karena minyak goreng curah telah dilakukan pencampuran dengan minyak lama dengan perbandingan 1:3. Kandungan bilangan asam tertinggi minyak goreng curah terlihat pada waktu penggorengan setelah empat jam penggorengan yaitu sebesar 3.50 % atau pada akhir penggorengan yang telah dilakukan 64 kali penggorengan kerupuk jalin dengan berat 160 kg pada suhu di atas 190 °C.

Gambar 1 menunjukkan bahwa penggorengan kerupuk jalin dengan suhu yang tinggi dan semakin seringnya pengulangan dilakukan mempercepat peningkatan bilangan asam pada minyak goreng curah. Peningkatan bilangan asam dengan pertambahan waktu penggorengan menandakan bahwa minyak goreng curah mengalami kerusakan selama penggorengan.

Kerusakan ini disebabkan oleh adanya suhu penggorengan yang tinggi dan adanya interaksi antara bahan yang digoreng dengan minyak sebagai penggoreng yang menyebabkan reaksi yang sangat kompleks, yaitu membentuk senyawa-senyawa volatile maupun nonvolatile (Moreira *et al.*, dalam Kurniawan, 2008). Salah satu bentuk interaksi bahan dengan minyak dapat berupa reaksi hidrolisis. Selain proses hidrolisis selama penggorengan, juga terjadi reaksi oksidasi yang disebabkan kontak antara minyak goreng dengan udara yang ada di sekitar minyak penggorengan. Dalam penggorengan juga terjadi reaksi polimerisasi yang membentuk senyawa polimer, hal ini terbukti dengan terbentuknya bahan menyerupai gum yang mengendap di dasar tempat penggorengan (Ketaren, 1986).

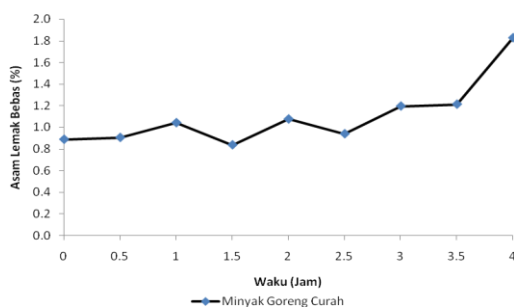
Gambar 1 dapat dilihat bahwa bilangan asam meningkat dari 1.89% menjadi 3.50% atau penurunan kualitas minyak goreng curah yang dilihat dari peningkatan kandungan bilangan asam adalah sebesar 45.87%. Minyak goreng curah tidak layak lagi untuk digunakan pada penggorengan setelah 3 jam, yaitu setelah dilakukan 48 kali penggorengan atau sebanyak 120 kg krupuk jalin. Hal ini karena telah melewati batas maksimal bilangan asam untuk minyak goreng yang digunakan untuk menggoreng yaitu 2,5%. Dalam operasi penggorengan akan dihentikan ketika minyak atau lemak yang digunakan untuk menggoreng telah melebihi batas maksimal angka asam (Berger, 2005).

Pola peningkatan bilangan asam minyak goreng selama empat jam penggorengan kerupuk jalin pada suhu di atas 190 °C terlihat meningkat naik dengan peningkatan yang tidak linier. Melihat keadaan tersebut ternyata penambahan minyak baru yang dilakukan setiap satu jam sekali dalam

penggorengan kerupuk jalin dapat mengurangi peningkatan bilangan asam minyak goreng. Pengurangan bilangan asam ini tidak sampai turun menjadi seperti keadaan semula, hal ini terjadi karena penambahan minyak goreng secara berkala tidak mampu menurunkan bilangan asam yang disebabkan oleh pertambahan waktu dan pengulangan penggorengan kerupuk jalin yang begitu sering dilakukan. Selain menurunkan bilangan asam, minyak segar yang ditambahkan ke dalam kual/ketel penggorengan juga berguna untuk menggantikan minyak yang hilang akibat diserap oleh bahan pangan yang digoreng, membantu menghambat kehilangan minyak akibat panas serta faktor lainnya (Ketaren, 1986).

Hubungan korelasi bilangan asam dengan titik asap diperoleh nilai koefisien korelasi (r) = -0.89, yang menandakan bahwa hubungan bilangan asam dengan titik asap memiliki hubungan yang berbanding terbalik, yaitu semakin naik kadungan bilangan asam maka semakin menurun titik asapnya.

Pola Perubahan Kandungan Asam Lemak Bebas Minyak Goreng Curah Selama Penggorengan Kerupuk Jalin



Gambar 2. Grafik perubahan asam lemak bebas selama penggorengan kerupuk Jalin

Pada gambar 2 dapat diketahui kandungan asam lemak bebas terendah minyak goreng curah yang dilakukan

dengan waktu penggorengan kerupuk jalin selama empat jam, yakni sebesar 0.83% pada waktu 1,5 jam atau setelah dilakukan 24 kali penggorengan kerupuk jalin dengan berat 60 kg pada suhu di atas 190 °C, sedangkan asam lemak bebas tertinggi minyak goreng curah terlihat pada penggorengan setelah empat jam yaitu sebesar 1.82% atau akhir penggorengan yang telah dilakukan 64 kali penggorengan kerupuk jalin dengan berat 160 kg pada suhu di atas 190 °C.

Berdasarkan hasil pengukuran kandungan asam lemak bebas, tingginya kandungan FFA minyak goreng curah sebesar 0.88% pada waktu nol atau sebelum dilakukan penggorengan menunjukkan minyak goreng curah tersebut telah mendekati batas toleransi residu asam lemak bebas yang diperkenankan untuk minyak goreng, yaitu 1,0% (Tseng, 1999). Tingginya kandungan asam lemak bebas ini juga disebabkan karena minyak goreng curah telah dilakukan pencampuran dengan minyak lama dengan perbandingan 1:3.

Gambar 2 menunjukkan Peningkatan asam lemak bebas terjadi pada penggorengan satu jam pertama yang telah dilakukan pengulangan penggorengan kerupuk jalin sebanyak 16 kali penggorengan dengan berat kerupuk jalin 16 x 2,5 kg atau 20 kg kerupuk jalin hingga akhir waktu penggorengan yang telah dilakukan 64 kali penggorengan kerupuk jalin atau sebanyak 160 kg. Gambar 2 dapat dilihat bahwa asam lemak bebas meningkat dari 0.89% menjadi 1.83% atau penurunannya sebesar 51.40%. Kerusakan minyak terjadi setelah satu jam penggorengan, terlihat kandungan asam lemak bebas telah melewati batas maksimal 1%. Minyak goreng curah tidak layak lagi untuk digunakan adalah pada penggorengan setelah 4 jam, yaitu setelah dilakukan 64 kali

penggorengan atau sebanyak 160 kg krupuk jalin. Hal ini karena telah melewati batas maksimal asam lemak bebas untuk minyak goreng bekas dalam penggorengan yaitu 1,5%.

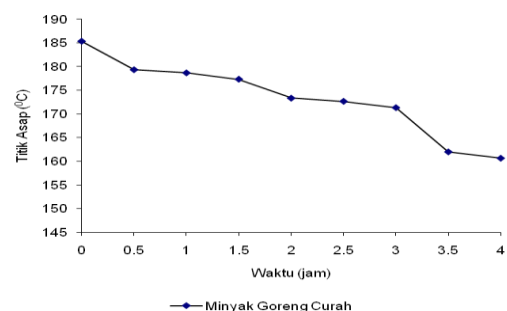
Selama proses penggorengan yang dilakukan berulang secara nyata meningkatkan kandungan asam lemak bebas (Siahaan, 2004). Menurut Budiyanto (1996), terjadi tren peningkatan asam lemak bebas pada minyak kedelai dan minyak olein sawit selama 5 hari penggorengan. Peningkatan kandungan asam lemak bebas selama proses penggorengan disebabkan karena akibat terjadinya reaksi oksidasi dan hidrolisa minyak selama proses penggorengan (Budiyanto *dkk.*, 2008). Proses ini mempengaruhi perubahan mutu minyak selama penggorengan, oleh karena itu kualitas minyak adalah hal yang sangat penting untuk memperoleh makanan hasil penggorengan yang baik (Stevenson *et al.*, 1984; Pokorny, 1999 dalam Navas *et al.*, 2007).

Pola peningkatan kandungan asam lemak bebas minyak goreng curah selama empat jam penggorengan krupuk jalin pada suhu di atas 190 °C meningkat naik dengan peningkatan yang tidak linier. Hal ini terjadi karena setiap satu jam sekali dilakukan penambahan minyak segar sebanyak 2 kg. Penambahan minyak baru yang dilakukan setiap satu jam sekali dalam penggorengan krupuk jalin dapat mengurangi peningkatan kandungan asam lemak bebas minyak goreng. Menurut Budiyanto (1996), bahwa penambahan minyak selama 5 hari penggorengan dengan palm olein mampu memperpanjang *frying life* yang ditunjukkan dengan kandungan FFA dibawah 0,5% pada akhir studi penggorengan. Penurunan kandungan asam lemak bebas terendah terlihat pada waktu setelah 1,5 jam penggorengan

kerupuk jalin. Penurunan asam lemak bebas terjadi karena jumlah asam lemak bebas yang berubah menjadi senyawa lain menjadi lebih banyak dari pada asam lemak yang terbentuk. Menurut Janika (2008), semakin tinggi suhu dan lama waktu pemanasan, kandungan asam lemak bebas yang semula besar akan berkurang karena asam-asam lemak bebas menguap bersama zat-zat mudah menguap yang terkandung dalam minyak tersebut. Secara umum gambar 2 terlihat bahwa asam lemak bebas semakin lama semakin meningkat, hal ini terjadi karena penambahan minyak goreng secara berkala tidak mampu menurunkan asam lemak bebas yang disebabkan oleh pertambahan waktu dan pengulangan penggorengan krupuk jalin yang begitu sering dilakukan.

Hubungan korelasi asam lemak bebas dengan bilangan asam diperoleh nilai koefisien korelasi (r) = 0.95, yang menandakan bahwa semakin tinggi asam lemak bebas maka kadungan bilangan asam juga semakin meningkat. Menurut Ketaren (1996), bilangan asam merupakan ukuran dari jumlah asam lemak bebas, serta dihitung berdasarkan berat molekul dari asam lemak atau campuran asam lemak.

Pola Perubahan Titik Asap Minyak Goreng Curah Selama Penggorengan Kerupuk Jalin



Gambar 3. Grafik perubahan titik asap selama penggorengan krupuk

Gambar 3 menunjukkan temperatur titik asap mengalami penurunan selama penggorengan. Berdasarkan gambar 3 dapat diketahui temperatur terendah minyak goreng curah yang dilakukan dengan penggorengan kerupuk jalin terlihat setelah empat jam penggorengan atau pada akhir penggorengan yang telah dilakukan 64 kali penggorengan kerupuk jalin dengan berat 160 kg, yakni 160.66°C . Temperatur tertinggi minyak goreng curah terlihat sebelum terjadi penggorengan yaitu 185.33°C . Titik asap yang relatif kecil ini terjadi karena minyak goreng curah pada awal penggorengan dilakukan pencampuran dengan minyak lama dengan perbandingan 1:3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa, semakin lama waktu penggorengan keupuk jalin, titik asapnya semakin turun. Menurut Hariskal (2008), minyak dengan titik asap yang rendah memiliki kandungan asam lemak bebas yang tinggi. Minyak yang teroksidasi karena kontak dengan udara, panas dan cahaya akan berdampak pada turunnya titik asap (Fauziah *et al.*, 2005 dalam Ramini, 2008). Menurut Deane (2007), minyak yang telah teroksidasi karena terkena udara, panas dan cahaya akan mempunyai titik asap yang lebih rendah. Dengan menggunakan minyak berulang kali juga membuat asap lebih cepat dihasilkan (Elizabeth, 2002). Adanya titik asap menandakan bahwa minyak goreng curah tersebut mengalami kerusakan fisik.

Winarno (1986) menyebutkan bahwa mutu minyak goreng tergantung dari titik asapnya, yaitu suhu pemanasan minyak sampai terbentuk akrolein. Akrolein adalah sejenis aldehyd yang dihasilkan dari pecahan Gliserol yang tidak diinginkan dan dapat menimbulkan rasa gatal pada tenggorokan (Wiley, 2009).

Pada gambar 3 dijelaskan bahwa kualitas minyak goreng semakin lama semakin turun yang terlihat dengan semakin turunnya temperatur pada saat timbulnya asap. Minyak goreng curah tidak layak lagi untuk digunakan adalah pada penggorengan setelah 3,5 jam, yaitu setelah dilakukan 56 kali penggorengan atau sebanyak 140 kg krupuk jalin yang ditandai dengan titik asap di bawah batas toleransi minimal titik asap yakni 170°C . Menurut Jacobson (1991), batas umur pakai minyak goreng dibeberapa negara Eropa diindikasikan dengan terjadinya smoke point (titik asap) pada 170°C . Titik asap menurun dari 185.33°C menjadi 160.67°C atau penurunan kualitas minyak goreng curah yang dilihat dari penurunan titik asap adalah sebesar 13.31 %.

Pola penurunan temperatur titik asap minyak goreng curah yang dilakukan selama empat jam penggorengan pada suhu di atas 190°C terlihat menurun dengan penurunan yang tidak linier. Hal ini juga terjadi karena dalam penggorengan kerupuk jalin setiap selang waktu satu jam sekali dilakukan penambahan minyak baru sebanyak 2 kg. Melihat keadaan tersebut ternyata penambahan minyak baru yang dilakukan pada selang waktu satu jam sekali dalam penggorengan kerupuk jalin dapat meminimalisir penurunan titik asap minyak goreng. Penambahan minyak goreng juga dimaksudkan untuk memperbaharui minyak goreng baik secara kualitas maupun kuantitas. Sehingga penambahan minyak sangat berfungsi untuk mengoptimalkan proses penggorengan dan untuk memelihara mutu makanan yang digoreng (Sangdehi, 2005).

Hubungan korelasi titik asap dengan asam lemak bebas diperoleh nilai koefisien korelasi (r) = -0,80, yang

menandakan bahwa hubungan titik asap dengan asam lemak bebas memiliki hubungan yang berbanding terbalik, yaitu semakin turun titik asap maka kadungan asam lemak bebas semakin meningkat.

KESIMPULAN

- ❖ Bilangan asam dan asam lemak bebas minyak goreng curah selama penggorengan kerupuk jalin mengalami pola peningkatan yang tidak linier masing-masing sebesar 45.87 % dan 51.40 %. Dilain pihak, pada titik asap mengalami penurunan yang tidak linier sebesar 13.31. Penurunan dan peningkatan tersebut mengindikasikan minyak goreng curah selama penggorengan kerupuk jalin mengalami penurunan kualitas yang dilihat dari bilangan asam lemak bebas dan titik asap. Pola peningkatan dan penurunan tidak linier disebabkan karena terjadi penambahan minyak baru setiap satu jam sekali yang berfungsi untuk menstabilkan minyak goreng baik secara kualitas maupun kuantitas
- ❖ Berdasarkan pengukuran kandungan bilangan asam, asam lemak bebas dan titik asap, diketahui bahwa minyak goreng curah masih layak pakai adalah pada 40 kali penggorengan selama 2.5 jam dengan kerupuk jalin sebanyak 100 kg. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan bilangan asam 2.42 % masih di bawah batas maksimal yaitu 2.5 %.

Saran

- ❖ Sebaiknya penggunaan minyak curah apabila dilakukan penambahan ulang dengan volume minyak baru harus lebih banyak lagi

pada pencampuran awal dan pada saat penambahan ulang serta waktu penambahan ulang agar dapat dipercepat sehingga kualitas minyak curah dapat lebih stabil. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai bahan yang digoreng dengan minyak curah yang dilakukan penambahan ulang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2002. *Kesehatan*. <http://www2.kompas.co/kesehatan/news/0204/18/030145.htm>. 25 Maret 2009
- Atmojo, Lusiana Dwi. 2007. *Pengaruh Substitusi Tempe dengan Penggunaan Minyak Goreng Terhadap Kualitas Organoleptik dan Nilai Gizi Bolu Kukus*. Skripsi, Jurusan Teknologi Jasa dan Produksi, Pendidikan Tata Boga, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
- Berger, K.G. 2005. *The Use of Palm Oil in Frying*. Malaysian Palm Oil Promotion Council. Malaysia
- Blumenthal. M. M. 1991. *A New Look at The Chemistry and Physics of Deep Fat Frying*. Food Technology. 45:68-71
- Budiyanto. 1996. *Soybean and Palm Olein Oils: Frying Performance and Characteristics of Fried Prawn Crackers*. PhD. Diss. The University of Tennessee. Knoxville
- Budiyanto, Devi Silsia dan Zulman Efendi. 2008. *Perubahan Kandungan β -Karoten dan Kandungan Asam Lemak Bebas Minyak Sawit Merah Selama Pemanasan*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008. Universitas Lampung, 17-18 November 2008

- Deane, J. 2007. *Smoke Point of Olive Oil*.
http://www.oliveoilsource.com/olive_oil_smoke_point.htm.
Januari 2010
- Hariskal. 2008. *Pengaruh Pemanasan Pada Minyak Goreng dan Minyak Goreng Bekas Pakai*. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu (Tidak Dipublikasikan)
- Jacobson, G.A. 1991. *Quality control in deep-fat frying operations*. Food Technol. 45: 72-74
- Janika, R. 2008. *Kajian Perubahan Kadar β -Karoten Asam Lemak Bebas dan Bilangan Peroksida Minyak Sawit Merah Selama Proses Pemanasan*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Bengkulu. Bengkulu (Tidak dipublikasikan)
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. UI-Press. Jakarta
- Kurniawan. Yuniarto dan Sukmawaty, 2008. *Penentuan Susut Mutu Fisik Minyak Goreng Dalam Operasi Penggorengan Hampa*. Program Studi Teknik Pertanian Mataram. Mataram
- Navas, J.A. A. Tres, R. Bou, R. Codony dan F. Guardiola. 2007. *Optimization of Analytical Methods For The Assessment Of The Quality Of Fats And Oils Used In Continuous Deep Fat Frying*. Healt 58 (2)148-153
- Sangdehi, Samira Kazemi. 2005. *Quality Evaluation of Frying Oil and Chicken Nuggets VIS/NIR Hyperspectral Analysis*. Thesis Departemen Bioresource Rancang-Bangun McGill Universitas Montreal, Quebec. Canada
- Siahaan, D., S. Silalahi, M. E. Siregar. 2004. *Studi Awal Kualitas Minyak Goreng Kelapa Sawit pada Penggorengan berulang Produk Tertentu*.
http://www.iopri.org/index.php?option=com_content&ask=section&id=91&Itemid=47. Juli 2008
- Tseng, Y. C., R. Moreira, and X. Sun. 1996. Total Frying-use Time Effects on Soybean-oil Deterioration and on Tortilla Chips Quality. *International Journal of Food Science and Technology*. 31: 287-294.
- Ramini. 2008. *Kajian Perubahan Kualitas Minyak Goreng Kelapa Sawit Selama Proses Pemanasan*. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu (Tidak Dipublikasikan)
- White, P. J. 2007. *Frying Performance of No-trans, Low-Linolenic Acid Soybean Oils*. Journal of the AOCS.
- Wiley, John dan Sons. 2009. *Smoke Point*.
http://en.wikipedia.org/wiki/Smoke_point. 11 Desember 2010
- Winarno, F. G. 1997. *Kimia Pangan Dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta